*Ciencia e Ingeniería*
Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías.
Año 2016, Enero-Junio, Vol. (3) N° (1) ISSN 2389-9484.
Universidad de La Guajira, Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.
La Guajira-Colombia.
Revista en Línea http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei




# GENERACIÓN DE HORARIOS DE CLASE MEDIANTE ALGORITMOS EVOLUTIVOS EN LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

# CLASS SCHEDULE GENERATION BY EVOLUTIONARY ALGORITHMS IN COLOMBIA UNIVERSITY COOPERATIVE

Adolfo M. Viloria Corro y Eduardo M. Paz Vives

Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta

Recibido: Junio 12 de 2015 Aceptado: Noviembre 11 de 2015

## RESUMEN

El proyecto denominado "Generación de horarios de clase mediante algoritmos evolutivos en la universidad cooperativa de Colombia", se planteó con el objetivo de "Crear un modelo matemático para la generación de horarios de la universidad cooperativa de Colombia sede santa marta, así como un método de solución basado en algoritmos genéticos y evolutivos", En la primera fase se exploró el estado del arte referente a los algoritmos genéticos y evolutivos, así como otras investigaciones relacionadas con la generación de horarios académicos, encontrando una buena variedad de investigaciones con diferentes puntos de vista que fueron analizados posteriormente para decidir una buena opción para la solución del problema. El modelo matemático en la siguiente fase construyo apoyándonos en la bibliografía recopilada, por medio de esta se concluyó que era necesario un modelo de minimización con restricciones suavizadas, las cuales iban penalizando las posibles soluciones y por medio de una evaluación de calidad respecto al valor obtenido en la minimización del modelo, las mejores posibles soluciones iban siendo seleccionadas. De la misma manera para la construcción del algoritmo evolutivo utilizamos diferentes métodos propuestos en la teoría de este modelo evolutivo, como selección de una nueva generación por ruleta, mutación para diversificar la población actual con genes no existente, cruce de dos individuos intercambiando genes entre estos en un punto seleccionado aleatoriamente, elitismo para mantener el nivel alcanzado en las poblaciones, así la población mejorara con cada nueva población y de esta manera siempre se avance y no retroceda.

**Palabras Clave:** Algoritmos Evolutivos, Horarios, Optimización.

## ABSTRACT

The project called "Generación de horarios de clase mediante algoritmos evolutivos en la universidad cooperativa de Colombia" was raised in order to "create a mathematical model for generating schedules for the Universidad Cooperativa de Colombia Sede Santa Marta, and a solution method based on genetic and evolutionary algorithms, "In the first phase, the state of the art concerning genetic and evolutionary algorithms, as well as other research related to the generation of academic schedules will be explored, finding a good variety of investigations with different points view were subsequently analyzed to determine a good option for solving the problem. The mathematical model built in the next phase relying on the literature collected by means of this it was concluded that a model with smooth minimization restrictions necessary, which would penalize possible solutions and through quality assessment with respect to the value obtained to minimize the model, the best possible solutions were being selected. Likewise for the construction of evolutionary algorithm used different methods proposed in this evolutionary theory model as selection of a new generation roulette, mutation to diversify the current population with no existing genes, crossing two individuals exchanging genes between them in a randomly selected point, elitism to maintain the level achieved in the populations and the population improve with each new population and thus always forward and not back.

**Keywords:** Evolutionary Algorithms, Schedules, Optimization.

## 1. INTRODUCCIÓN

La generación de los horarios de clase en una institución de educación superior es un proceso complejo que requiere una gran cantidad de tiempo para ser desarrollado. El principal objetivo del este proyecto es construir un aplicativo de software que desarrolle de forma automática un posible horario de clases para la institución, recibiendo como parámetro la disponibilidad de los profesores, los espacios físicos disponibles y los cursos y sus características. Para brindar dicha solución se implementó un algoritmo genético, metodología que es ampliamente usada para resolver problemas de este tipo como podemos apreciar en (GUERRA, 2013).

La construcción del algoritmo siguió las especificaciones básicas de esta metaheurística construyendo las diferentes funciones necesarias para el desarrollo del método. Con respecto al cálculo del fitness la función objetivo se construyó tomando como base el método expuesto en (MENENDEZ, 1999) adaptándola al contexto propio de la institución y modificando algunas de las estructuras de datos.

## 2. METODOLOGÍA

Luego del análisis al modelo matemático (MENENDEZ, 1999), y la adaptación de este a nuestra solución particular, por medio del análisis de los requerimientos específicos presentes en la Universidad Cooperativa de Colombia-UCC Santa Marta, se establecieron las diferentes variables presentes dentro del entorno analizado, por lo que se definieron las restricciones necesarias para el modelo y por medio de estas se definió la función objetivo, la cual será usada como prueba de calidad de cada solución posible generada.

Como lenguaje de programación para programar la solución se eligió Java, se desarrolló con un enfoque modelo, vista, controlador. Dejando la vista solo con las funciones básicas ya que en el alcance del proyecto se definió dar prioridad a la lógica y funcionamiento y dejar para una segunda fase la vista. Además se desarrolló usando Java EE y Java Server Faces, lo que facilita la creación, gestión y control de la base de datos MySql, controlando todo esto directamente desde Java usando una persistencia.

En la construcción del algoritmo genético, se definió la clase que representa a cada solución posible o Individuo, este contiene una cadena de valores o cromosomas, los cuales representan cada incidencia dentro de este horario o individuo especifico, y que a su vez contienen una cadena de genes que son los detalles de esta incidencia particular, además posee la característica de generar cromosomas de manera aleatoria, para la creación de la primera población. De la misma manera puede realizar una mutación a su genética seleccionando un cromosoma aleatoriamente y cambiando sus valores aleatoriamente. Y por último posee la función de evaluación, la cual se encarga de determinar que tan bien adaptado es este individuo específico para la solución o si debe ser eliminado de esta.

De la misma manera se generó la clase que representa a una Población de estos individuos, la cual será evaluada a medida que pasen las diferentes generaciones y se realicen las operaciones establecidas en un algoritmo genético. Entre sus características

encontramos que evalúa el desempeño de esta población en específico, tomando la evaluación particular de cada individuo y haciendo una sumatoria de esta para obtener un número general, con el fin de conocer su desempeño y que validar que no se desmejore entre una generación y otra sino que siempre se avance a una mejor población de individuos. También encontramos el método de la ruleta, que se encarga de seleccionar aleatoriamente a un individuo, donde se le asigna a cada uno, dependiendo de su desempeño dentro de la población una porcentaje, este será mayor para los mejores individuos.

De igual forma, encontramos el cruzamiento, que se encarga de combinar el material genético de dos individuos, cortados en un punto de su cadena de cromosomas aleatoriamente, generando dos nuevos individuos hijos con el material genético de sus padres.

Finalemente, generamos una clase llamada Main, que se encarga de correr la prueba del algoritmo con los datos actuales de la bases de datos (Horario de la UCC, ING. Electrónica), esta establece los individuos de elite se tomaran en cada población (Son los mejores individuos presentes en cada población, se toman para mantener la mejor genética de una población a otra y evitar un retroceso genético o alejarse de una buena solución), el tamaño que tendrá cada población (número de individuos + individuos de elite), el número de poblaciones a generar (Cuantas veces se repetirá el proceso) y las tasas de mutación y cruzamiento (La probabilidad de que se ejecuten estos métodos), el proceso se lleva dentro de un ciclo, el cual se repetirá hasta alcanzar el numero definido como máximo de repeticiones, cada repetición empieza seleccionando los mejores individuos de la población actual y los pasa a la siguiente población, luego dentro de otro ciclo toma los individuos restantes para la nueva población, seleccionando de dos en dos con el método de la ruleta por cada iteración, intenta realizar un cruzamiento si se cumple la probabilidad, luego la mutación de estos y por último los agrega a la nueva población.

## 3. RESULTADOS

A continuación se hará una breve descripción de las matrices y vectores en que se basa la función objetivo y las restricciones del modelo de minimización con que se calcula el fitness del individuo:

$$h_{ijk} = \begin{cases} 1 \ si\ en\ el\ paralelo\ i, periodo\ j, se\ dicata\ la\ sesion\ k \\ 0\ si\ no \end{cases} \quad [1]$$

$$p_{ijk} = \begin{cases} 1;\ si\ el\ profesor\ i, dicata\ en\ el\ paralelo\ j, la\ sesion\ k \\ 0;\ si\ no \end{cases} \quad [2]$$

$$m_{ij} = \begin{cases} 1;\ si\ la\ materia\ i, corresponde\ a\ la\ sesion\ j \\ 0;\ si\ no \end{cases} \quad [3]$$

$$g_{ij} = \begin{cases} 1;\ si\ el\ paralelo\ i, se\ dicata\ en\ la\ sesion\ j \\ 0;\ si\ no \end{cases} \quad [4]$$

$$a_i = numero\ aulas\ tipo\ i \quad [5]$$

$$t_{ijk} = \begin{cases} 1;\ si\ la\ materia\ i, del\ paralelo\ j, requiere\ el\ aula\ de\ tipo\ k \\ 0;\ si\ no \end{cases} \quad [6]$$

$$l_i = duracion\ de\ la\ sesion\ i \quad [7]$$

$$d_{ij} = \begin{cases} 1; & si\ el\ periodo\ i, corresponde\ al\ dia\ j \\ 0; & si\ no \end{cases} \quad [8]$$

$$e_{ij} = \begin{cases} 1; & si\ el\ periodo\ i, corresponde\ a\ la\ hora\ j \\ 0; & si\ no \end{cases} \quad [9]$$

$$\beta_i = valor\ del\ nivel\ de\ preferencia\ i \quad [10]$$

$$s_{ij} = \begin{cases} \beta_k; & si\ el\ profesor\ i, en\ el\ periodo\ j, tiene\ la\ disponibilidad\ k \\ 0; & si\ no \end{cases} \quad [11]$$

$$\mathfrak{f}_p(H) = \sum_{i,l} max\left(\sum_{j,k} p_{ijk}h_{jlk} - 1, 0\right) \quad [12]$$

$$\mathfrak{f}_t(H) = \sum_{n,i} max\left(\sum_{k,l,i} t_{kin}m_{kl}h_{ijl} - a_n, 0\right) \quad [13]$$

$$\mathfrak{f}_r(H) = \sum_{i,j,k,l} h_{jik}m_{lk}r_{li} \quad [14]$$

$$\mathfrak{f}_s(H) = \sum_{i,j,k,l} h_{jlk}p_{ijk}s_{il} \quad [15]$$

$$\mathfrak{f}_m(H) = \sum_{m,j,k} (\gamma_{ijk} - \tau_{ijk})m_{mi} - l_m \quad [16]$$

*Donde* $\tau_{ijk}$ *y* $\gamma_{ijk}$ *hora minima en la que se dicta la materia i del paralelo j en el dia k*

La función objetivo se constituye en una composición lineal de cada función definida anteriormente. Las $\omega$ que acompañan a cada una de las funciones son los pesos que se la darán individualmente a cada una de estas y determinan la importancia de cada una de estas dentro del resultado final de la función de fitness en cada individuo, esto se determinara experimentalmente. Al terminar de revisar todas las restricciones y tener lista la función objetivo, el modelo quedaría de la siguiente forma:

$$\min \quad \mathfrak{f}(H) = (\omega_p\mathfrak{f}_p + \omega_t\mathfrak{f}_t + \mathfrak{f}_r + \mathfrak{f}_s + \omega_m\mathfrak{f}_m)$$

$$\sum_k h_{ijk} \leq 1$$

$$\sum_j h_{ijk} = l_k$$

## 4. CONCLUSIONES

Actualmente el proyecto se encuentra en fase de corrección de errores donde se están tratando algunos puntos referentes a la implementación de la evaluación de los individuos, la complejidad de la solución ha llevado a que se tengan que considerar ciertos ajustes en el genoma de los individuos por lo que aún no se ha dado por finalizado el proyecto. Una vez terminado este punto se harán nuevamente la prueba con la información de prueba para establecer que todo está funcionando como debería y que se están obteniendo soluciones buenas en la medida para lo establecido por el modelo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GUERRA CUBILLOS, M. A. (2013). *Problema del School Timetabling y algoritmos genéticos: una revisión.*

MENENDEZ, E. F. (1999). *ALGORITMOS EVOLUTIVOS APLICADOS A LA GENERACIÓN DE HORARIOS PARA COLEGIO.*